

EL POTASIO DEL SUELO

Ing. Agr. MSc. Agustín Sanzano

INTRODUCCIÓN

El potasio es un macronutriente absorbido por las plantas en grandes cantidades, siendo superado sólo por el N y, a veces por el Ca. Es el nutriente que menores problemas de disponibilidad presenta, ya que, en general, la provisión de este elemento en los suelos es aceptable. A diferencia del fósforo (o del azufre y por extensión del nitrógeno), el potasio está presente en la solución del suelo solamente como un catión cargado positivamente, K^+ . A diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no ocasiona problemas ambientales cuando sale del sistema suelo. No es tóxico y no causa eutrofización en los sistemas acuáticos.

Aunque el potasio juega numerosos roles en la nutrición de plantas y animales, no está incorporado a la estructura de los compuestos orgánicos. En cambio, permanece en forma iónica en solución en la célula (K^+), o actúa como un activador para las enzimas celulares. Interviene en la síntesis y acumulación de hidratos de carbono y proteínas. Las plantas exigentes en K producen grandes cantidades de azúcares (remolacha, caña de azúcar, frutales, etc.). Influye en la tolerancia al frío y en la resistencia a la sequía. Mejora la calidad de las cosechas de granos y frutas. Además aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades.

En animales (humanos incluidos), el potasio juega roles críticos en la regulación del sistema nervioso y el mantenimiento de la sanidad de los vasos sanguíneos. Las dietas que incluyen comidas ricas en potasio, como banana, papa, jugo de naranja y hortalizas de hoja, han demostrado disminuir los riesgos de enfermedades cardíacas en los humanos. El mantenimiento de un balance entre potasio y sodio es especialmente importante en las dietas de las personas.

ORIGEN

Las principales fuentes potásicas entre los minerales primarios son los feldspatos (principalmente ortoclasa) y las micas (muscovita y biotita) y entre los secundarios la illita y la vermiculita. El grado de liberación de potasio no sólo depende del contenido de éste en los minerales del suelo sino de la mayor o menor alteración que sufran los mismos. Por ejemplo, en las micas el K es liberado a través de una meteorización que comienza en los bordes de las partículas y progresa hacia el interior. Ante la pérdida del K, las láminas de las micas se separan entre sí. Esta sería la vía de conversión de las micas en minerales arcillosos secundarios del tipo 2:1, y la secuencia es la siguiente:

Micas (10% de K)

Hidromicas (6-8%)

Illita (4-6%)

Vermiculita o Montmorillonita (<2%)

FACTORES CONDICIONANTES DE LA DISPONIBILIDAD DEL POTASIO EN EL SUELO

- **Material original:** la principal fuente de K para el crecimiento de las plantas, bajo condiciones normales, proviene de la meteorización de minerales que contienen este elemento. Los suelos orgánicos son deficientes en K pues contienen pocos minerales proveedores de este nutriente.
- **Textura:** los materiales coloidales, arcillosos, retienen más K que aquellos de texturas gruesas, disminuyendo así su pérdida por lavado y permitiendo una mayor acumulación del mismo en el perfil del suelo. Por esta razón, generalmente, suelos ricos en arcillas poseen un buen contenido de K. El tipo de coloide también influye en el contenido de K en el suelo. Dentro de las arcillas, la illita es el principal portador de este elemento.
- **Clima:** debido a la escasa lixiviación, la disponibilidad de K es mayor en suelos con régimen de humedad ústico o más secos. Son suelos neutros a alcalinos que no necesitan fertilización potásica aún para cultivos de alta producción. En estas regiones, al ser mayor la evaporación que la precipitación, existe un cierto ascenso capilar de K; este movimiento se llama exopercolativo. En cambio en las regiones húmedas es mayor la remoción del K del perfil del suelo, siendo mayor su concentración en los horizontes subsuperficiales.

FORMAS DEL POTASIO EN EL SUELO

- **K estructural:** es la fracción que se encuentra formando parte de los minerales, constituyendo un 90-99% del K total.
- **K soluble:** es el que se encuentra en la solución del suelo. Es la fracción cuantitativamente menos importante. Se encuentra en concentraciones que oscilan entre 0,1 a 1000 ppm (pocos Kg/ha), y es renovado constantemente. Es el K directamente aprovechable por las plantas.
- **K intercambiable:** es la fracción que se encuentra adsorbida en el complejo de cambio y que es intercambiable con otros cationes. La saturación potásica del complejo de cambio oscila entre 1 y 5%.
- **K fijado:** es el K no intercambiable acumulado en el espacio interlamilar de las arcillas. El término *fijación* debe tomarse en un sentido relativo ya que el K fijado puede ser luego disponible para las plantas. La fijación ocurre frecuentemente en suelos que contienen minerales arcillosos 2:1 del tipo de la illita y de la vermiculita.

En las láminas tetraédricas de las illitas, el 15% de los sitios de Si están ocupados por Al. Este reemplazo da al mineral arcilloso un exceso de carga negativa que es mayormente neutralizada por iones K. Estos iones encajan estrechamente en los huecos que forman los átomos de oxígeno de dos láminas tetraédricas contiguas. Los cationes K juntan estas láminas y, de este modo, evitan la entrada de moléculas de agua entre las mismas. Los iones K quedan fijados entre las láminas perdiendo en gran medida su capacidad de intercambio. Están retenidos con mayor fuerza que en la forma intercambiable pero en menor medida que bajo la forma estructural.

En la montmorillonita las sustituciones isomórficas se sitúan más en profundidad, en las láminas octaédricas, por lo tanto la atracción es menos fuerte, no quedando las láminas tan estrechamente unidas entre sí como ocurre con la illita. Las moléculas de agua pueden penetrar entre las mismas separándolas y facilitando que los cationes allí ubicados puedan ser intercambiados.

Podemos considerar a la fijación de K como el proceso inverso a la liberación del mismo por meteorización.

FACTORES QUE AFECTAN LA FIJACIÓN

- **Naturaleza del material arcilloso:** el poder de fijación de los distintos minerales es el siguiente:
 - Caolinita: nulo.
 - Montmorillonita: débil.
 - Illita-vermiculita: alto.
- **Naturaleza de los iones que ocupan los espacios entre láminas:** cuando se trata de iones hidroaluminicos polimerizados (que son de tamaño grande), se reduce la fijación de K porque se mantiene un abertura suficientemente grande entre los paquetes de arcilla. Si se trata de iones con características similares al K (por Ej. amonio e hidrógeno), hay competencia por los sitios aniónicos disponibles, pudiendo resultar el K desplazado y, por lo tanto, no fijado.
- **Humedad:** en general el secado aumenta la fijación por contracción del espacio entre paquetes. El fenómeno es variable y depende la naturaleza del material.

pH del suelo: al bajar el pH del suelo disminuye la tendencia a la fijación de K por la presencia de polímeros de hidroxialuminio que producen el efecto ya explicado.

DINÁMICA DEL POTASIO EN EL SUELO

Durante la meteorización el K es liberado a la solución del suelo, de donde lo absorben las plantas, preferentemente en la forma de ion K^+ . Las raíces pueden también, en menor medida, tomar el K absorbiéndolo directamente de la superficie del coloide (contacto sólido-sólido).

Al absorber la planta de la solución del suelo, el K debe ser repuesto paulatinamente a partir del K intercambiable. Este pasaje es rápido (segundos o minutos). A medida que se agota el K intercambiable, se repone a partir del K fijado, pero a menor velocidad (días). Esto sólo sucede en presencia del vegetal: la planta absorbe el nutriente de la solución y el sistema reacciona abasteciendo K a partir de las formas no intercambiables.

Dos fuentes adicionales de K están dadas por los fertilizantes potásicos y por los residuos vegetales, los que por disolución y mineralización, respectivamente, incorporan K a la solución del suelo, o es fijado en parte por los coloides.

Durante el invierno (plantas hibernando) el K liberado en la meteorización supera en cantidad al que absorben las plantas, por lo tanto, el K intercambiable aumenta. Durante el período de crecimiento rápido (verano), las plantas pueden absorber K del suelo con más rapidez, lo que disminuye el contenido de la forma asimilable. Por lo tanto, se pueden encontrar grandes variaciones estacionales en la cantidad de K disponible.

BALANCE: GANANCIAS Y PÉRDIDAS

a) Ganancias:

- Por meteorización.
- Por fertilización.
- Por acción biológica: por ejemplo, ciertos bacilos contribuyen a destruir la estructura cristalina de los minerales, liberando iones, los cuales son reorganizados por estos microorganismos y, posteriormente al morir, liberados al medio.

b) Pérdidas:

- Por lixiviación.
- Por asimilación por las plantas: en un agroecosistema existe exportación de nutrientes, por Ej. el trigo extrae aproximadamente 130 Kg de K/ha/año; la papa entre 50 y 100; la alfalfa entre 40 y 400; la caña de azúcar 250 Kg/ha/año.
- Por fijación.
- Por erosión: los suelos pueden perder considerables cantidades de K por erosión. La eliminación selectiva de las partículas más finas durante este proceso, agota también selectivamente la porción del suelo que más importancia tiene en el suministro de K para las plantas. Pero al estar este nutriente presente en todo el perfil, la pérdida del mismo en superficie se compensa en parte con los aportes de los horizontes más profundos.

FACTORES CONDICIONANTES DE LA NUTRICIÓN POTÁSICA

- **Contenido de K en el suelo:** el contenido mínimo de K en el complejo de cambio, para un alto nivel de fertilidad, debe estar entre 3-7%.

- **Relación N/K:** la respuesta de los cultivos al K depende en gran medida de la nutrición nitrogenada. El N, P y K son requeridos en cantidades mayores que el resto de los nutrientes por el vegetal. Para obtener la máxima eficiencia, estos nutrientes deben ser aplicados en las mismas proporciones en que existen en el vegetal, donde la relación N/K es aproximadamente 2:1. El continuo incremento del uso de fertilizantes nitrogenados implica la aplicación de K con la misma tasa de aumento. Caso contrario se cumpliría la **Ley del mínimo de Liebig**: la insuficiencia de un nutriente reduce la eficiencia de otros nutrientes.
- **Antagonismo Mg-K:** suelos con exceso de Mg presentan deficiencia en K. Se califican como deficientes en Mg suelos con un relación K/Mg superior a 1,6.
- **Asimilación diferencial según tipo de vegetal:** las monocotiledóneas absorben mayor cantidad de K que las dicotiledóneas debido a un efecto selectivo sobre los iones monovalentes.
- **Humedad:** a $pF=2$ se produce la mayor asimilación de K por mayor movilidad del mismo. A $pF= 1,6$, la asimilación es menor por la escasa concentración de oxígeno. A $pF= 3,7$, disminuye la difusión de K y su asimilación por menor contenido hídrico.
- **Temperatura:** la absorción de K es alta a temperaturas que oscilan los 25 °C, debido a su mejor difusión en el suelo.
- **Suelos fijadores:** en éstos el poder de fijación es particularmente alto cuando los mismos han sido cultivados por largos períodos sin una adecuada reposición de los nutrientes extraídos por los cultivos. El intento de mejorar la nutrición potásica resulta, en primera instancia, poco exitoso porque el K agregado como fertilizante es casi completamente retenido en la red cristalina de los minerales agotados del suelo. Una posible solución es aplicar el fertilizante en banda (localizado), de tal manera de poner en contacto una cantidad elevada de K con un relativamente pequeño volumen de suelo. De este modo el cultivo tiene oportunidad de utilizar al menos una porción razonable del nutriente aplicado.
- **Consumo de lujo:** todos los elementos nutritivos, y en especial el K, presentan un fenómeno llamado *consumo de lujo*: si las condiciones ambientales e internas del vegetal son adecuadas, éste puede más K del que necesita para lograr su rendimiento óptimo. Por lo tanto, se deben manejar las dosis pues el exceso no se traduce en aumentos significativos de rendimiento.
- **Suelos de antigua y reciente fertilización potásica:** en suelos enriquecidos con K durante varios años, el mismo está disponible para el vegetal pues se cubrieron las necesidades de K en el suelo, para luego quedar intercambiable para satisfacer las necesidades de las plantas. Por otro lado se logra un reparto más homogéneo del nutriente, lo que facilita una mejor captación por las raíces de la que se lograría con un aporte masivo y único.

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

Para mejorar la disponibilidad y/o asimilabilidad del K en el suelo, se deben considerar los siguientes factores:

- **pH:** la absorción de K es óptima en pH cercano al neutro. Suelos ricos en minerales fijadores de K disminuyen su poder de fijación con el aumento de la acidez. A la inversa, cuando se proporciona cal a estos suelos la fijación aumenta. Además su deficiencia es frecuente en suelos ácidos debido al intenso lavado que se asocia a estos valores de pH.
- **Textura:** suelos arenosos retienen el K con menos fuerza que los arcillosos, por lo tanto, ceden más cantidad del mismo a la solución del suelo. Los suelos arcillosos ricos en coloides de tipo 2:1 tienen baja intensidad y alta capacidad, mientras que los suelos arenosos tienen una alta intensidad y una baja capa-

BIBLIOGRAFÍA

- **BRADY, N. and R. WEIL.** 1999. The Nature and Properties of Soils. 12th Edition. Prentice Hall, Inc. New Jersey.
- **CONTI, M.** 1998. Principios de Edafología. 1era Edición. FAUBA.
- **MUNSON, R. D.** 1985. Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Inc.
- **STEVENSON, F. J. and M. A. COLE.** 1999. Cycles of Soils. John Wiley & Sons, Inc.